



DISPOSITIVO DE FOTOTERAPIA PARA EL TRATAMIENTO DEL ACNÉ

Diana Antonieta Sen Salinas^a, María de Lourdes Corzo Cuesta^a, Alexander Arroyo Núñez^a, Carlos Ortiz Lima^b, José Gabriel Aguilar Soto^a.

^a Ingeniería Biomédica, Universidad Politécnica de Chiapas, Suchiapa, Chis., dianasen13@gmail.com, maria.corzo.cuesta@hotmail.com, alarnue@gmail.com, jaguilar223@hotmail.com

^b Laboratorio de Metrología e Instrumentación, INAOE, Tonantzintla, Pue., carlosortiz@inaoep.mx

RESUMEN

El tratamiento del acné vulgar es un problema común y aunque no suponga una enfermedad grave, puede llegar a ser una condición importante con capacidad de mermar la calidad de vida de pacientes adolescentes. Existe una gran cantidad de tratamientos para este problema y un método no invasivo consiste en la terapia basada en fuentes de luz LED y láser. Esta luz excita algunas moléculas de la piel, como la elastina y el colágeno, pero también pueden inhibir otras, como las responsables de la reproducción de la bacteria que causa el acné. En este trabajo se tiene un prototipo que consiste en una matriz de LEDs, cuya intensidad es controlada empleando la modulación por ancho de pulso PWM de una tarjeta Arduino.

1. INTRODUCCIÓN

Las terapias físicas se han empleado, generalmente, como complemento de los tratamientos médicos e incluyen desde los métodos físicos tradicionales hasta el desarrollo de terapias con luz no coherente, láser, radiofrecuencia o fuentes de calor y la reciente terapia fotodinámica (o fototerapia). Los procesos fotobiológicos comienzan con la absorción de la energía lumínica por cromóforos selectivos [1]. Cada cromóforo tiene un espectro de absorción específico y después de esa absorción, el cromóforo es transformado desde su estado estable a un estado excitado. La producción de porfirinas endógenas por el P. acnes se aumenta con la exposición a una fuente de luz o con la administración de porfirinas exógenas. La eficacia de la fotoactivación del P. acnes está determinada por el porcentaje de producción de moléculas de porfirinas excitadas. Se asocia la sensibilidad mayor para la fotoactivación de las porfirinas por la luz azul, con la mayor capacidad de penetrar en profundidad en los tejidos de la luz roja (Fig. 1). En la fototerapia para el tratamiento del acné se emplea la luz azul, la cual activa foto-sensibilizadores endógenos o exógenos, llevando a reacciones que provocan la lisis celular. La luz azul activa un foto-sensibilizador endógeno hallado en la bacteria (Coproporfirina III), destruyendo de este modo la bacteria.

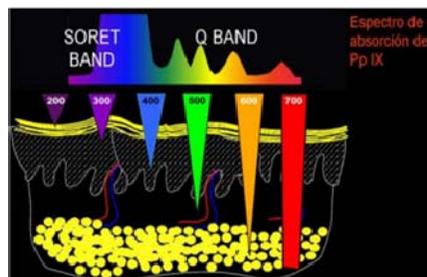


Figura 1.



En la figura 1 se distinguen dos zonas principales de absorción. Banda “Soret”: rango de intensa absorción por las porfirinas comprendido entre los 400 y 420 nm, en la zona de la luz azul y UV. El pico máximo de absorción se localiza a 415 nm. Banda “Q”: espectro débil de absorción, localizado a longitudes de ondas de 450-700 nm, Aunque en este rango, se pueden encontrar 4 picos más débiles de absorción de las porfirinas y están entre 500 nm y 635 nm.

2. DESARROLLO

El mecanismo básico de la terapia fotodinámica es la foto-oxidación de materiales biológicos en determinados tejidos. Esta terapia utiliza una combinación de un medicamento llamado ácido 5-amino levulínico (ALA) y la luz azul o una combinación de luz azul-rojo [1]. Para obtener nuestro dispositivo, se propone ensamblar una un arreglo o matriz de fuentes de luz LED que contengan los dos tipos de iluminación, necesarios para la inhabilitación de la bacteria. Entonces, se realizó una medición de la potencia óptica de las fuentes de luz LED (azul y rojo), empleando un medidor PM-100 de Thorlabs y un sensor S120B, el cual tiene un rango de detección de longitudes de onda de 400nm hasta 1100nm. La potencia óptica emitida por los LEDs azules esta en un rango de 0.850 – 900 mW, y de los LEDs rojos en un rango de 1.350 – 1.400 mW (Fig. 2). El siguiente paso es realizar una medición de los espectros de emisión de los LEDs empleando un espectrómetro BRC-111 A-VIS de Edmund Optics. El rango de emisión de longitudes de onda de los LEDs azules va de 450 nm a 500 nm y de los LEDs rojos de 625 nm a 675 nm, aproximadamente (Fig. 3).



Figura 2.- Medición de la potencia óptica de las fuentes de luz LED.

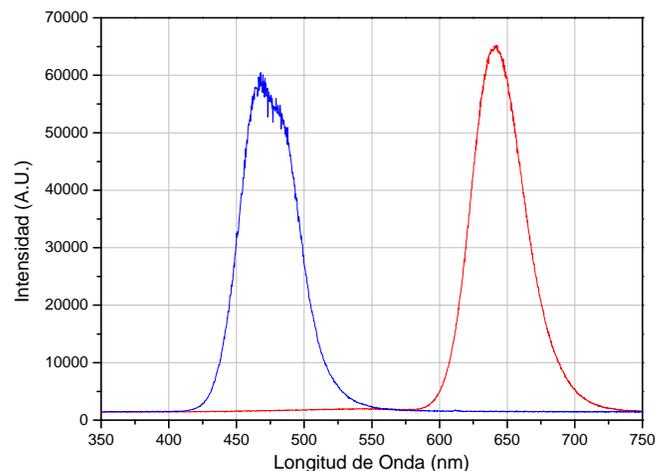


Figura 3.- Espectros de emisión de los LEDs azul y rojo.



El dispositivo consiste de arreglo de fuentes de luz de 5 filas por 12 columnas (Fig. 4), controlado manualmente mediante un keyPad a través de una tarjeta Arduino UNO. Esta tarjeta es básicamente, es una plataforma de hardware libre basada en un microcontrolador ATMEGA328, montado en una placa que contiene puertos analógicos y digitales de entrada/salida, permitiendo conectar una gran variedad de sensores y actuadores físicos. Los LEDs están intercalados entre 6 columnas de azules y 6 columnas de rojos (matriz de 5x10). Esta matriz está controlada mediante Arduino UNO, y cuyo software de desarrollo (IDE) está basado en el lenguaje de programación Processing (puede descargarse gratuitamente y ampliarse a través de librerías de C++). El programa que controla la intensidad de luz y el tiempo para la fototerapia, se carga al microcontrolador desde una computadora, por medio de un cable de interfaz USB, a través del IDE de Arduino [2]. La intensidad de la luz se controla empleando la modulación por ancho de pulso PWM.

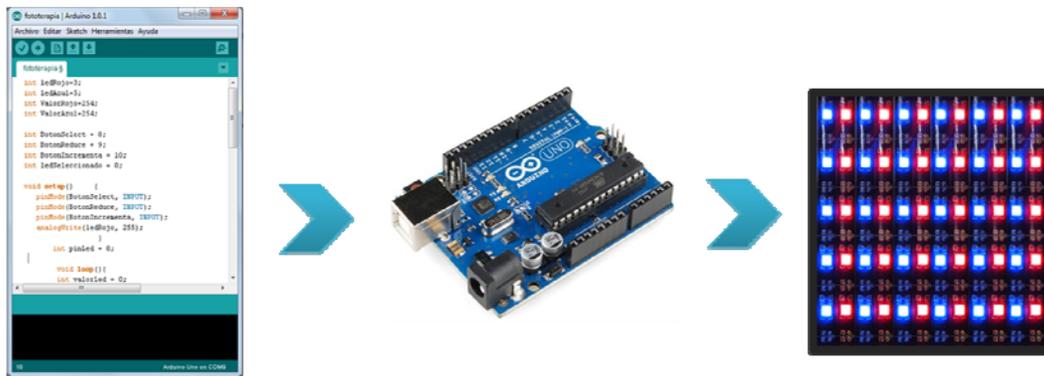


Figura 4.- Diagrama general del dispositivo de fototerapia.

3. RESULTADOS

La terapia fotodinámica consiste en colocar en el área afectada (Fig. 5.a) un ácido líquido claro (ALA o Levulan), que es absorbido por las células de la piel. Después de aproximadamente una media hora, se aplica un intenso haz de luz para activar el ácido en las células, neutralizando a las bacterias responsables de la acné. Se puede aplicar una emisión de luz azul por 15 minutos (Fig. 5.b) y posteriormente un haz de luz roja (5.c). También es posible realizar este proceso combinando ambos tipos de luz por un intervalo de tiempo similar (Fig. 5.d).

Comparado con otros métodos (inyección de corticoides, peelings químicos y crioterapia) la fototerapia es segura y efectiva (Fig. 5.e), no hay dolor, sin efectos secundarios o periodo de incapacidad. Es un método no térmico, no invasivo y no ablativo, así que no hay lesiones en la superficie de la piel. El seguimiento es una rutina casera de cuidado dérmico y no es necesario un tratamiento posterior. El costo elevado de los agentes fotosensibilizantes (ácido 5-amino levulínico) son una de las principales limitantes de la terapia. Además, se requiere un mayor número de estudios que evalúen su eficacia a largo plazo. Conforme se desarrollen sustancias fotosensibilizantes más efectivas y menos costosas, la terapia fotodinámica se convertirá en una alternativa más viable para el tratamiento de diversos trastornos dermatológicos.

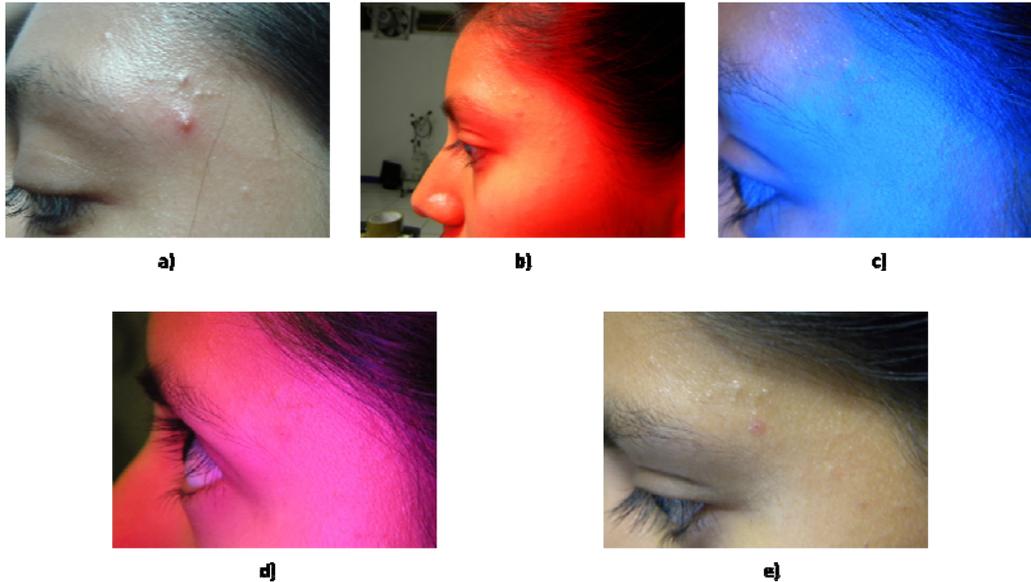


Figura 5.- Aplicación de la fototerapia.

4. CONCLUSIONES

Se implementó un dispositivo para fototerapia que puede usarse en diversos tratamientos, ya que la luz generada por los LEDs actúa a nivel microscópico, excitando algunas moléculas de la piel como la elastina y el colágeno, pero también pueden inhibir otras, como las responsables de la reproducción de la bacteria que causa el acné. Es un dispositivo muy similar a los comerciales que puede resultar muy útil, proporcionando un tratamiento alternativo al problema del acné.

BIBLIOGRAFÍA

1. Michelle H. Cameron, "Agentes Físicos en Rehabilitación, De la Investigación a la Practica, 3ª Ed.", (Elsevier, España, 2009), Capítulo 12, pp. 346-362. T. Kreis, "Speckle Metrology," in *Holographic Interferometry* (Akademie Verlag Inc., New York, NY, 1996), Chapter 4, pp. 125-149.
2. Torrente, Óscar, "Arduino curso práctico de formación" (Alfaomega Grupo de Editor, México D.F., 2013), Capítulo 4, pp. 153-214, Capítulo 8, pp. 545-551.